

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 39 40 253 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 40 253.3
㉑ Anmeldetag: 6. 12. 89
㉒ Offenlegungstag: 13. 6. 91

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 J 5/46
G 01 B 15/02
G 01 W 1/00
G 05 B 9/03
G 08 G 1/01

DE 39 40 253 A 1

㉗ Anmelder:
TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK GMBH, 7900 Ulm,
DE

㉘ Erfinder:
Jester, Reinhard, Dipl.-Ing.; Lindner, Kurt, Dipl.-Ing.,
7900 Ulm, DE

⑤④ Verkehrsradiometer

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verkehrsradiometer zur Erfassung der Wasserfilmdicke auf Fahrbahnen. Hierzu wird ein Radiometersystem im Millimeterwellenbereich vorgeschlagen. Durch Betrachtung der Himmelstemperatur und durch eine geräteinterne Bezugstemperatur kann aus der Rauschtemperatur der Fahrbahnoberfläche kontaktlos deren Wasserbelag ermittelt werden. Außerdem eignet sich die Vorrichtung als Empfänger für mobile Baken, als Verkehrsflußindikator, als Eiswarnsystem und als meteorologischer Sensor.

DE 39 40 253 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verkehrsradiometer gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung der genannten Art wird u. a. in passiven Sensorsystemen zur Rauschleistungsdetektierung eingesetzt und kommt daher u. a. in den Bereichen der Verkehrssteuerung auf Autobahnen und Landstraßen, im meteorologischen Bereich und im Bereich der Sonderfahrzeuge zum Einsatz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels der Wasserfilmdicken, Verkehrsdichten, Glatteis, Verkehrsflußparameter und Geisterfahrer detektiert und erfaßt werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung sowie ihre entsprechenden Weiterbildungen sollen dabei leicht herstellbar, preiswert und materialsparend implementiert sein.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist in dem Patentanspruch 1 beschrieben. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sowie bevorzugte Anwendungen der Erfindung aufgeführt.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe besteht darin, daß vorzugsweise drei Kanäle in dem Verkehrsradiometer ausgebildet sind, wobei ein Meßkanal ausgebildet ist, dessen zugehörige zweite Antenne 12 vorzugsweise mit 20° Neigung zur Senkrechten auf die Straßenoberfläche gerichtet ist, ein Referenzkanal ausgebildet ist, dessen erste Antenne 11 vorzugsweise schräg gegen den Himmel weist und ein interner Bezugskanal ausgebildet ist, welcher im Gerät mit einem beheizten Absorber 20 vorteilhafterweise abgeschlossen ist.

Aufgrund der vorliegenden Anordnung ist kein Eingriff in den Straßenbelag zur Montage von Detektorschleifen oder ähnlichem erforderlich und eine Abstrahlung von Wellen bzw. schädlichen Strahlungen tritt nicht auf, da es sich bei obiger Anordnung um ein passives Verfahren handelt. Des weiteren sind Verbundsensoren zur Erfassung diverser Daten ausbildbar. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die gefundene Lösung leicht herstellbar sowie preiswert und materialsparend ausfällt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Fig. 1 und 2 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Anordnung;

Fig. 2 die Kurvenverläufe der jeweiligen Kanalausgänge der erfindungsgemäßen Anordnung nach Fig. 1

Das erfindungsgemäße Verkehrsradiometer nach Fig. 1 besteht vorzugsweise aus drei Kanälen mit drei verschaltbaren Eingängen 771, 772 und 773. Die Kanäle sind vorzugsweise identisch aufgebaut und ihre Ausgänge K1, K2 und K3 auf einen Analog-/Digitalwandler 90 aufgeschaltet. Dessen Ausgang ist auf einen Rechner 91 aufgeschaltet, der an einen Temperaturfühler 92 angeschlossen ist. Der Rechner 91 selbst weist vorzugsweise zu Steuer- und/oder Übertragungszwecken einen zusätzlichen Ausgang 21 auf.

An die Eingänge 771, 772 und 773 sind eine erste Antenne 11, eine interne Bezugsreferenz 20 und eine zweite Antenne 12 angeschlossen. Dabei mißt die erste Antenne 11 vorzugsweise die Himmelstemperatur bei entsprechender Ausrichtung und die zweite Antenne 12 vorzugsweise die Straßentemperatur bei entsprechender Ausrichtung.

Der erste [zweite(dritte)] Kanal der erfindungsgemä-

ßen Anordnung ist aus der Serienschaltung folgender seriell verschalteter Baugruppen ausgebildet. Es sind dies, vom Eingang 771 [772(773)] her gesehen, ein erster [zweiter(dritter)] Mischer 41 [42(43)], ein erster [weiter(dritter)] Verstärker 61 [62(63)], ein erster [weiter(dritter)] Demodulator 71 [72(73)] sowie ein erster [zweiter(dritter)] Integrator 81 [82(83)]. Der Ausgang des ersten [zweiten(dritten)] Integrators 81 [82(83)] bildet den Kanal K1 [K2(K3)].

Der erste [zweite(dritte)] Mischer 41 [42(43)] ist an einen Oszillator 50 angeschlossen.

Jeder Körper mit einer von 0° Kelvin verschiedenen Temperatur besitzt die Fähigkeit, Rauschleistung abstrahlen. Die tatsächlich abgestrahlte Rauschleistung hängt von seiner Temperatur und dem Reflexionskoeffizienten ($R = 1$, Metall) seiner Oberfläche ab. Ein hoher Reflexionskoeffizient führt dazu, daß keine Rauschleistung abgestrahlt wird. Im Gegensatz dazu führt ein kleiner Reflexionskoeffizient ($R = 0$, Asphalt) dazu, daß die maximal mögliche Rauschleistung abgestrahlt wird.

Das Verkehrsradiometer (hier auch kurz Radiometer genannt) ist somit in der Lage, die Strahlungstemperaturänderung, welche durch die Zustandsänderung (Reflexionskoeffizientenänderung) der Straßenoberfläche bei Befeuchtung entsteht, zu registrieren.

In einer Meßreihe wurde aufgezeigt, daß bei richtiger Geräteauslegung und Betriebsfrequenz (vorzugsweise KA-Band) alle Feuchtigkeitsstufen von trocken bis "geschlossene Wasseroberfläche" erfaßt werden können.

Wesentlich ist dabei, daß für den serienmäßigen Einsatz sowohl die aktuelle Himmelstemperatur wie auch eine interne Referenz verwendet wird.

Bei Bewölkung ändert sich die Himmelstemperatur und dadurch auch die Oberflächenstrahlung der Fahrbahn; durch Kenntnis dieser Änderung kann jedoch auch eine genaue Korrektur vorgenommen werden. Als Gesamtbezugsreferenz dient vorzugsweise ein interner beheizter Absorber mit einer Konstanttemperatur, welche stets über der wärmsten möglichen Temperatur der Fahrbahn liegt.

Die in der ersten bzw. zweiten Antenne 11 bzw. 12 und in der Bezugsreferenz 20 — bei der es sich vorzugsweise um den Absorber 20 handelt — empfangenen Rauschleistungen werden dem ersten, zweiten bzw. dritten Mischer 41, 42 bzw. 43 — bei denen es sich vorzugsweise jeweils um breitbandige Mischer handelt — zugeführt. Durch Mischen mit einer festen Oszillatorfrequenz (generiert im Oszillator 50) entsteht ein Zwischenfrequenzsignal, dessen Bandbreite durch die Eigenschaften der Zwischenfrequenzverstärker bestimmt wird. Auf einen Spiegelfrequenzabschluß wird vorzugsweise verzichtet, um eine große Gesamtbreite zu erhalten. Nach Gleichrichtung und Integration in den jeweiligen Baugruppen steht eine geglättete Gleichspannung an, welche proportional zur betrachteten Rauschtemperatur des jeweiligen Kanals ist.

Prinzipiell ist es möglich, nur einen Empfangskanal auszubilden und die beiden Antennen 41 und 42 sowie die Referenz 20 zu schalten. Ein solcher Schalter könnte vor dem jeweiligen Mischer oder am jeweiligen Eingang des ZF-Verstärkers liegen.

Das Gerät wird im Abstand von einigen Metern, vorteilhafterweise im Bereich von 4 bis 10 Metern, über der Fahrbahn montiert. Dabei wird der Öffnungswinkel der Meßantenne so dimensioniert, daß die Meßzonen etwa einer Fahrbahnbreite entsprechen.

Fig. 2 zeigt typische Signalverläufe an den Ausgängen K1, K2, und K3 der drei Kanäle. Die Kurven 32 und

33 verdeutlichen den Unterschied zwischen trockener und nasser Fahrbahn. Kraftfahrzeuge, welche sich durch die Antennenkeule bewegen, verursachen durch den Abschattungseffekt ein impulsartiges Absinken der Temperatur. Um eine Verfälschung der Meßdaten zu vermeiden, muß die Integration zur Mittelwertbildung der Straßentemperatur vorteilhafterweise so schnell sein, daß der Zwischenraum aufeinanderfolgender Fahrzeuge eine eindeutige Messung gestattet.

Die Tatsache, daß Kraftfahrzeuge stets eine erheblich niedrigere Temperatur als gesättigt nasse Fahrbahn ergeben, kann dazu genutzt werden, den Verkehrsfluß zu überwachen. Dabei kann eine Aussage über Anzahl und Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge gemacht werden, da der Flankenverlauf in seiner Steigung pro Zeiteinheit die Information beinhaltet.

Durch charakteristischen Kurvenverlauf können auch LKW's, Busse und PKW's unterschieden werden.

Mit Hilfe zweier verknüpfter Meßsysteme und seriellen überlappenden Meßantennenkeulen könnte mit Korrelationsverfahren auch die Bewegungsrichtung (Geisterfahrer) festgestellt werden.

Eine dünne Eisschicht verhält sich im Ka-Band (26 – 40 GHz) transparent.

Durch Anlegen eines Histogrammes im Auswerterechner kann somit durch Kenntnis der Außentemperatur am Einsatzort des vorherigen Straßenzustandes (z. B. "naß") mit einiger Sicherheit auf Glatteisbildung geschlossen werden.

Werden in die Meßzonen aktive Signale durch externe, vorbeiführende Sender eingebracht, so steigt die Ausgangsspannung stark in positiver Richtung an. Am Ausgang des Meßkanals entstehen dann Signale, welche in umgekehrter Richtung (also nach oben) den Grundpegeln überlagert sind. Diese Tatsache kann zusätzlich zum mobilen Informationseinbringen in das Datennetz dienen.

Die Sender erhalten dabei vorzugsweise eine digitale Pulscode-Amplitudenmodulation, welche leicht von den anderen Daten des Radiometer-Meßkanals zu trennen sind. Informationsträger können u. a. Behördenfahrzeuge, gekennzeichnete Fahrzeuge (Fahndung) oder gestohlene Fahrzeuge mit Meldebaken sein.

Das Messen der Himmelstemperatur erlaubt nicht nur eine Eichung des Radiometers, sondern gibt auch ohne Niederschläge zusätzliche Information über den Bewölkungszustand. Wegen der Vielzahl solcher Meßstellen über große Strecken ist dies eine gute Möglichkeit, meteorologische Verknüpfungen herzustellen.

Nach A/D-Wandlung im Analog-/Digital-Wandler 90 gelangen die Meßdaten in einen Kleinrechner 91, der die Daten für den abgesetzten zentralen Rechner aufbereitet. Zur Zusammenführung der Einzeldaten eignet sich ein Lichtwellenleitersystem.

Die Kurvenverläufe 31 bzw. 34 sind bevorzugte Referenzverläufe bezüglich der internen Bezugsreferenz 20 bzw. der Himmelsreferenz für die erste Antenne 11.

Durch die Ausbildung der Erfindung gemäß obiger Beschreibung stellen sich die bereits oben genannten Vorteile ein.

Patentansprüche

1. Verkehrsradiometer für den Millimeterwellenbereich, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß vorzugsweise drei Kanäle in der erfindungsgemäßen Anordnung ausgebildet sind;
- daß einer der Kanäle ein Meßkanal ist, an

dem eine zugehörige zweite Antenne (12) vorzugsweise mit 20° Neigung zur Senkrechten auf die Straßenoberfläche ausgerichtet ist;

- daß ein Referenzkanal ausgebildet ist, an dem eine erste Antenne (11) vorzugsweise schräg gegen den Himmel ausgerichtet ist;
- daß ein interner Bezugskanal vorzugsweise mit einem beheizten Absorber (20) abgeschlossen ist.

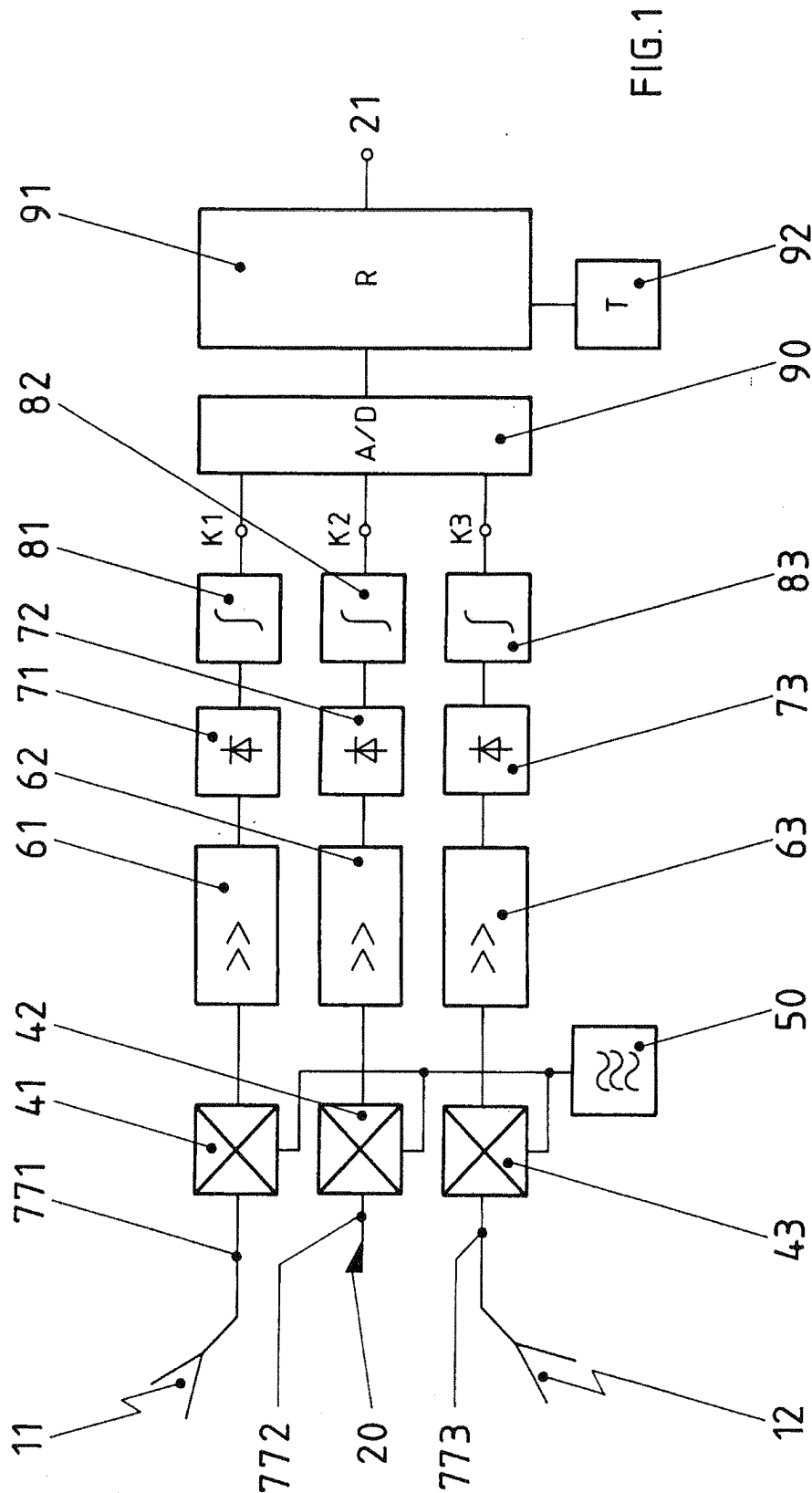
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vorteilhafterweise drei vorzugsweise identische Kanäle mit drei verschaltbaren Eingängen (771, 772, 773) ausgebildet sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Ausgänge (K1, K, K3) der drei Kanäle auf einen Analog-/Digitalwandler (90) aufgeschaltet sind;
- daß dessen Ausgang auf einen Rechner (91) aufgeschaltet ist, der an einen Temperaturfühler (92) angeschlossen ist;
- daß der Rechner (91) selbst vorzugsweise zu Steuerzwecken einen zusätzlichen Ausgang (21) aufweist;
- daß an die verschaltbaren Eingänge (771, 772, 773) eine erste Antenne (11), eine interne Bezugsreferenz (20) und eine zweite Antenne (12) angeschlossen sind;
- daß der erste [zweite(dritte)] Kanal aus der Serienschaltung eines ersten [zweiten(dritten)] Mischers (41) [42(43)], eines ersten [zweiten(dritten)] Verstärkers (61) [62(63)], eines ersten [zweiten(dritten)] Demodulators (71) [72(73)] sowie eines ersten [zweiten(dritten)] Integrators (81) [82(83)] ausgebildet ist; daß der erste [zweite(dritte)] Mischer (41) [42(43)] an einen Oszillator (5) angeschlossen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



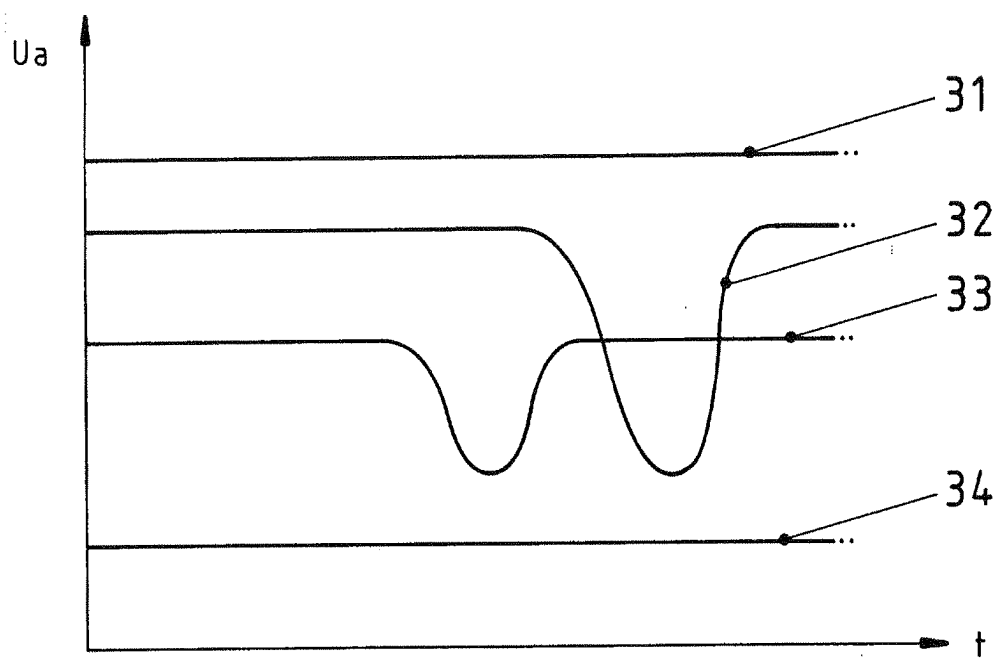


FIG. 2